



22096126



**QUÍMICA**  
**NIVEL SUPERIOR**  
**PRUEBA 2**

Lunes 18 de mayo de 2009 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

0	0							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

---

**INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS**

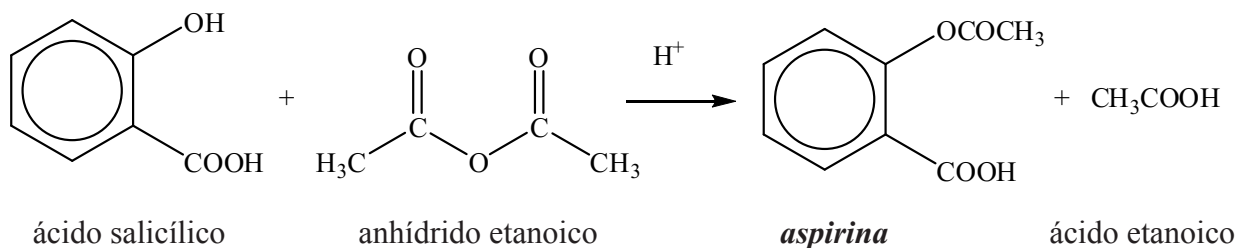
- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Sección A: conteste toda la sección A en los espacios provistos.
- Sección B: conteste dos preguntas de la sección B. Conteste a las preguntas en las hojas de respuestas. Escriba su número de convocatoria en cada una de las hojas de respuestas, y adjúntelas a este cuestionario de examen y a su portada empleando los cordeles provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen los números de las preguntas que ha contestado y la cantidad de hojas que ha utilizado.



## SECCIÓN A

Conteste **todas** las preguntas en los espacios provistos.

1. La aspirina, una de las drogas más ampliamente usadas en el mundo, se puede preparar de acuerdo con la siguiente ecuación.



- (a) Indique los nombres de los **tres** grupos funcionales orgánicos presentes en la aspirina. [3]

.....

.....

.....

- (b) Un estudiante hizo reaccionar cierta cantidad de ácido salicílico con exceso de anhídrido etanoico. La mezcla de reacción se filtró obteniéndose aspirina sólida impura. Por recristalización se obtuvo aspirina pura. En la siguiente tabla se registraron los datos que obtuvo el estudiante.

Masa de ácido salicílico usada	3,15 ± 0,02 g
Masa de aspirina pura obtenida	2,50 ± 0,02 g

- (i) Determine la cantidad, en moles, de ácido salicílico,  $C_6H_4(OH)COOH$ , que se usaron. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta 1, continuación)*

- (ii) Calcule el rendimiento teórico, en g, de aspirina,  $C_6H_4(OCOCH_3)COOH$ . [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....

- (iii) Determine el rendimiento porcentual de aspirina pura. [1]

.....  
 .....

- (iv) Indique el número de cifras significativas asociadas a la masa de aspirina pura obtenida, y calcule la incertidumbre porcentual asociada con dicha masa. [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....

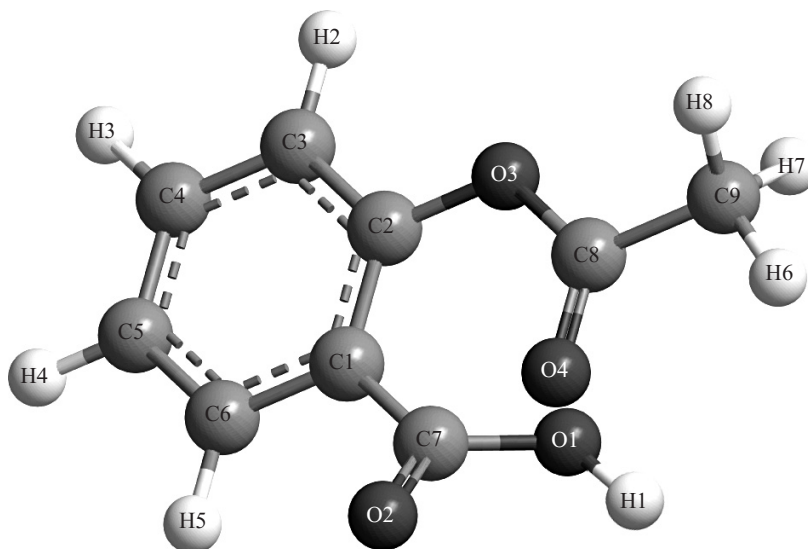
- (v) Otro estudiante repitió el experimento y obtuvo un rendimiento experimental de 150 %. El profesor controló sus cálculos y no halló errores. Comente sobre el resultado. [1]

.....  
 .....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta 1, continuación)

- (vi) La siguiente es una representación tridimensional generada por computador de la aspirina.



Un tercer estudiante midió las longitudes de los enlaces seleccionados en la aspirina, usando dicho programa para computador e informó los siguientes datos.

Enlace	Longitud de enlace / $\times 10^{-10}$ m
C1–C2	1,4
C2–C3	1,4
C3–C4	1,4
C4–C5	1,4
C5–C6	1,4
C6–C1	1,4
C2–O3	1,4

El estudiante sugirió la siguiente hipótesis: “Puesto que todas las mediciones de las longitudes de enlace carbono-carbono son iguales, todas las longitudes de los enlaces carbono-oxígeno también deben ser iguales en la aspirina. Por lo tanto, la longitud del enlace C8–O4, debe ser  $1,4 \times 10^{-10}$  m”. Comente si esta hipótesis es válida o no.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta 1, continuación)*

- (vii) El otro producto de la reacción es ácido etanoico,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Defina un ácido de acuerdo con la teoría de Brønsted-Lowry e indique la base conjugada del  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

[2]

Definición de ácido de Brønsted-Lowry:

.....  
.....

Base conjugada del  $\text{CH}_3\text{COOH}$ :

.....  
.....

2. Algunos de los procesos químicos más importantes comprenden reacciones ácido-base.

- (a) (i) Calcule el valor de  $K_a$  del ácido benzoico,  $C_6H_5COOH$ , usando la tabla 15 del Cuadernillo de Datos. [1]

.....  
 .....

- (ii) Basándose en su valor de  $K_a$ , indique y explique si el ácido benzoico es un ácido fuerte o débil. [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....

- (iii) Determine la concentración de ion hidrógeno y el pH de una solución  $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$  de ácido benzoico. Indique **una** suposición realizada en su cálculo. [4]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

- (b) Describa el carácter ácido-base de los óxidos de cada uno de los elementos del período 3, desde el Na al Cl. [3]

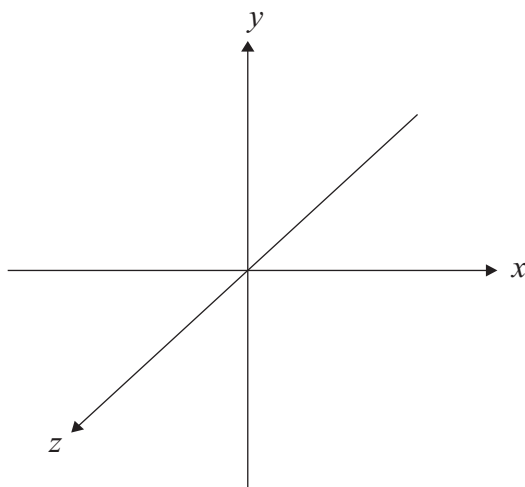
.....  
 .....  
 .....

- (c) Indique **un** ejemplo de un gas ácido, producido en un proceso industrial o en los motores de combustión interna, que es capaz de causar contaminación a gran escala en lagos y bosques. [1]

.....



3. (a) (i) Dibuje la forma del orbital  $p_z$  usando las coordenadas que se muestran. [1]



- (ii) Indique la configuración electrónica del  $\text{Fe}^{3+}$ . [1]

.....  
 .....

- (iii) Defina el término *ligando*. [1]

.....  
 .....

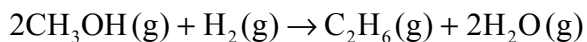
- (iv) Explique por qué el complejo  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  es coloreado. [3]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

- (v) El elemento selenio ( $Z = 34$ ) tiene electrones en los orbitales 4s, 3d y 4p. Dibuje un diagrama orbital (usando la notación de flechas dentro de cuadros) para representar estos electrones. [1]

.....

4. Considere la siguiente reacción.



- (a) La variación de entalpía estándar de formación para el  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  a 298 K es de  $-201 \text{ kJ mol}^{-1}$  y para el  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  es de  $-242 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Usando la información de la tabla 11 del Cuadernillo de Datos, determine la variación de entalpía para esta reacción. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) La entropía estándar para el  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  a 298 K es  $238 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , para el  $\text{H}_2(\text{g})$  es  $131 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$  y para el  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  es  $189 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . Usando la información de la tabla 11 del Cuadernillo de Datos, determine la variación de entropía para esta reacción. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Calcule la variación de energía libre estándar, a 298 K, para la reacción y deduzca si la reacción es o no espontánea. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

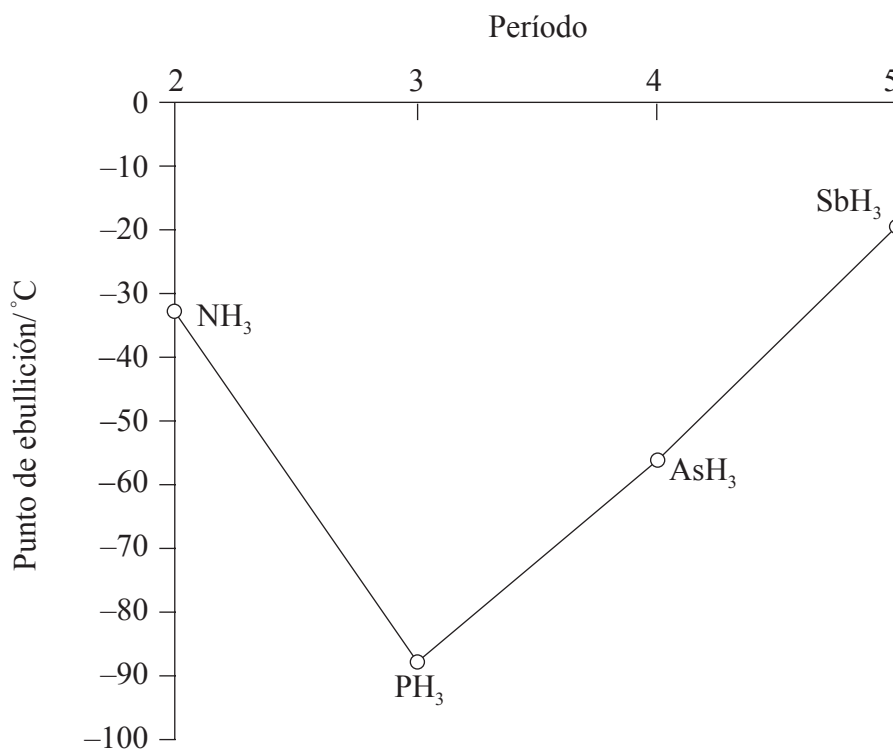


## SECCIÓN B

Conteste **dos** preguntas. Conteste a las preguntas en las hojas de respuestas provistas. Escriba su número de convocatoria en cada una de las hojas de respuestas, y adjúntelas a este cuestionario de examen y a su portada empleando los cordeles provistos.

5. El nitrógeno y el silicio pertenecen a grupos diferentes de la tabla periódica.

- (a) (i) Distinga en cuanto a estructura electrónica, entre los términos *grupo* y *período*. [2]
- (ii) Indique el número máximo de orbitales en el nivel energético  $n = 2$ . [1]
- (b) Dibuje las estructuras de Lewis, indique las formas y prediga los ángulos de enlace para las siguientes especies.
- (i)  $\text{SiF}_6^{2-}$  [3]
- (ii)  $\text{NO}_2^+$  [3]
- (c) La gráfica de abajo muestra los puntos de ebullición de los hidruros del grupo 5. Discuta la variación de los puntos de ebullición. [4]



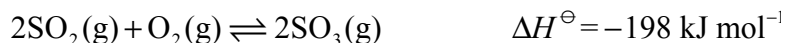
(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta 5, continuación)

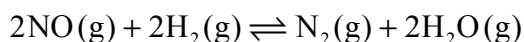
- (d) Explique, usando diagramas, por qué la molécula de  $\text{NO}_2$  es polar mientras que  $\text{CO}_2$  es una molécula no polar. [3]
- (e) Describa la estructura y enlaces en el dióxido de silicio. [2]
- (f) Considere la molécula  $\text{HCONH}_2$ .
  - (i) Indique el nombre del compuesto y dibuje su fórmula estructural, mostrando todos los enlaces presentes. [2]
  - (ii) Explique el término *hibridación*. [1]
  - (iii) Describa la formación de los enlaces  $\sigma$  y  $\pi$ . [2]
  - (iv) Indique el tipo de hibridación de los átomos de carbono y nitrógeno en el  $\text{HCONH}_2$ . [2]



6. (a) Considere el siguiente equilibrio.



- (i) Deduzca la expresión de la constante de equilibrio,  $K_c$ , para la reacción. [1]
  - (ii) Indique y explique el efecto de aumentar la presión sobre el rendimiento de trióxido de azufre. [2]
  - (iii) Indique y explique el efecto de aumentar la temperatura sobre el rendimiento de trióxido de azufre. [2]
  - (iv) Indique los efectos de un catalizador sobre las reacciones directa e inversa, sobre la posición de equilibrio y sobre el valor de  $K_c$ . [3]
- (b) Al introducir una mezcla de 0,100 moles de NO, 0,051 moles de  $\text{H}_2$  y 0,100 moles de  $\text{H}_2\text{O}$  en un recipiente de  $1,0 \text{ dm}^3$  a 300 K, se estableció el siguiente equilibrio.



En el equilibrio, se halló que la concentración de NO era de  $0,062 \text{ mol dm}^{-3}$ . Determine la constante de equilibrio,  $K_c$ , para la reacción a esta temperatura. [4]

- (c) (i) Resuma **dos** diferencias entre una celda electrolítica y una pila voltaica. [2]
- (ii) Explique por qué el cloruro de sodio sólido no conduce la electricidad, pero el cloruro de sodio **fundido** sí. [2]
- (iii) El cloruro de sodio fundido se somete a electrólisis en una celda electrolítica. Deduzca la semiecuación para cada electrodo e indique si se produce oxidación o reducción. Deduzca la ecuación total para la celda incluyendo los símbolos de estado. [5]
- (iv) La electrólisis ha hecho posible la obtención de metales reactivos como el aluminio a partir de sus minerales, lo cual ha resultado en un desarrollo significativo de la ingeniería y la tecnología. Indique **una** razón por la que se prefiere el aluminio al hierro en muchas aplicaciones. [1]
- (v) La electrodeposición es una aplicación importante de la electrólisis. Indique la composición de los electrodos y el electrolito usado en el proceso de electrodeposición de plata. [3]

7. (a) (i) Defina el término *velocidad de reacción*. [1]
- (ii) Indique una ecuación que represente la reacción del carbonato de magnesio con ácido clorhídrico diluido. [1]
- (iii) La velocidad de la reacción del apartado (a) (ii), se puede estudiar midiendo el volumen de gas recogido en un período de tiempo. Esquematice un gráfico que muestre cómo varía el volumen de gas recogido con el tiempo. [1]
- (iv) Se repitió el experimento usando el doble de volumen de ácido clorhídrico, pero su concentración se redujo a la mitad de la concentración original. Dibuje una segunda línea en el gráfico que dibujó en el apartado (a) (iii) para mostrar los resultados de este experimento. Explique por qué esta línea es diferente de la línea original. [4]
- (b) El monóxido de nitrógeno reacciona a 1280 °C con hidrógeno para formar nitrógeno y agua. Tanto los reactivos como los productos están en fase gaseosa.

- (i) Se estudió la cinética de la reacción a esta temperatura. La tabla muestra la velocidad de reacción inicial para diferentes concentraciones de cada reactivo.

Experimento	[NO (g)]/ mol dm <sup>-3</sup> × 10 <sup>-3</sup>	[H <sub>2</sub> (g)]/ mol dm <sup>-3</sup> × 10 <sup>-3</sup>	Velocidad inicial/ mol dm <sup>-3</sup> s <sup>-1</sup> × 10 <sup>-5</sup>
1	5,00	2,00	1,25
2	10,00	2,00	5,00
3	10,00	4,00	10,00

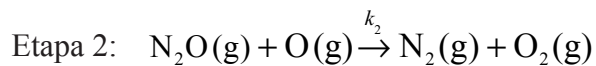
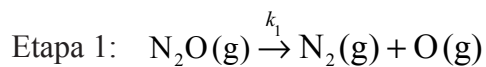
Deduzca el orden de la reacción con respecto al NO y al H<sub>2</sub>, y explique su razonamiento. [4]

- (ii) Deduzca la expresión de velocidad para la reacción. [1]
- (iii) Determine el valor de la constante de velocidad para la reacción del Experimento 3, e indique sus unidades. [2]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta 7, continuación)*

- (c) Se considera que la descomposición en fase gaseosa del monóxido de dinitrógeno se produce en dos etapas.



La expresión de velocidad experimental para esta reacción es  $\text{velocidad} = k [\text{N}_2\text{O}]$ .

- (i) Identifique la etapa determinante de la velocidad. [1]
- (ii) Identifique el intermediario involucrado en esta reacción. [1]

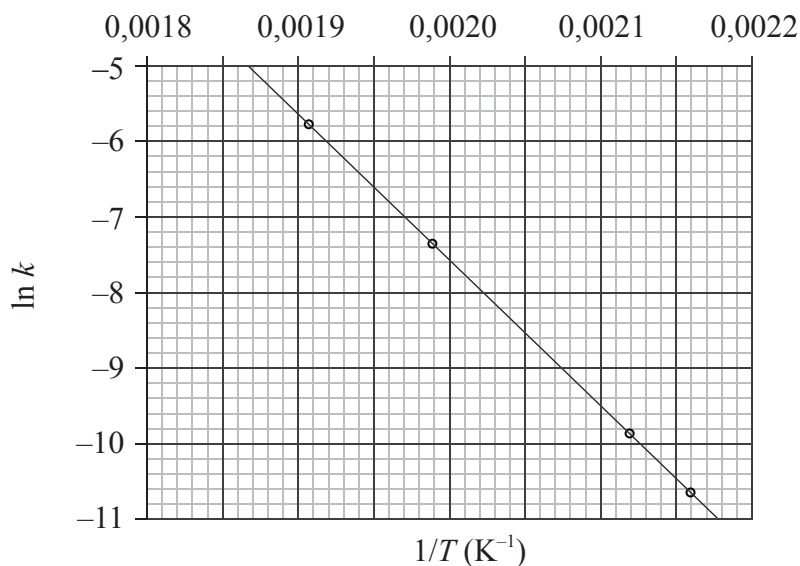
*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta 7, continuación)

- (d) La conversión de  $\text{CH}_3\text{NC}$  en  $\text{CH}_3\text{CN}$  es una reacción exotérmica que se puede representar como sigue.



La reacción se llevó a cabo a diferentes temperaturas, obteniéndose un valor de la constante de velocidad,  $k$ , para cada temperatura. A continuación se muestra el gráfico de  $\ln k$  en función de  $1/T$ .

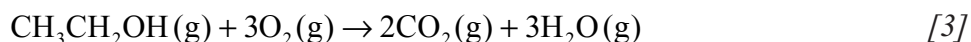


- (i) Defina el término *energía de activación*,  $E_a$ . [1]
- (ii) Construya un diagrama entálpico y rotule la energía de activación,  $E_a$ , la variación de entalpía,  $\Delta H$ , y la posición del estado de transición. [3]
- (iii) Describa cualitativamente la relación entre la constante de velocidad,  $k$ , y la temperatura,  $T$ . [1]
- (iv) Calcule la energía de activación,  $E_a$ , para la reacción, usando la tabla 1 del Cuadernillo de Datos. [4]

8. En algunos países, se mezcla etanol con gasolina para producir un combustible para automóviles llamado gasohol oalconafta.

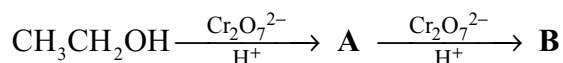
(a) (i) Defina el término *entalpía media de enlace*. [2]

(ii) Use la información de la tabla 10 del Cuadernillo de Datos para determinar la variación de entalpía estándar para la combustión completa del etanol.



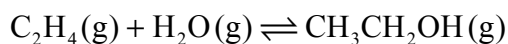
(iii) La variación de entalpía estándar para la combustión completa del octano,  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ , es  $-5471 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Calcule la cantidad de energía, en kJ, que se produce cuando 1 g de etanol y 1 g de octano arden completamente en el aire. [2]

(iv) El etanol se puede oxidar usando dicromato de potasio,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , acidificado para formar dos productos orgánicos diferentes.



Indique las fórmulas estructurales de los productos orgánicos **A** y **B** y describa las condiciones necesarias para obtener elevado rendimiento de cada uno de ellos. [4]

(v) El eteno se puede convertir en etanol por hidratación directa en presencia de un catalizador de acuerdo con la siguiente ecuación.



Identifique el catalizador usado para esta reacción e indique **un** uso del etanol formado diferente de su uso como combustible. [2]

(b) Deduzca una síntesis de dos etapas para cada una de las siguientes conversiones. Para cada etapa, indique las fórmulas estructurales de todos los reactivos y productos e indique las condiciones usadas en las reacciones.

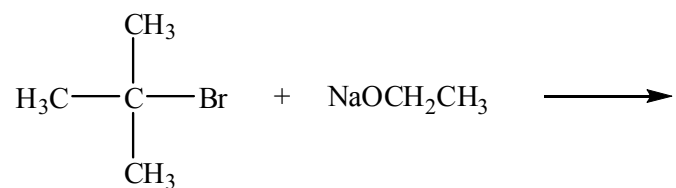
(i) Etanol a etanoato de etilo. [2]

(ii) Propeno a propanona. [2]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta 8, continuación)

- (c) A continuación se muestran los reactivos usados en una reacción de eliminación.



Explique el mecanismo de esta reacción usando flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos.

[3]

- (d) (i) Describa la *isomería geométrica*. [1]
- (ii) Dibuje los isómeros geométricos del 2-buteno. [2]
- (iii) Dibuje los dos enantiómeros del 2-butanol. [2]